

## SECTIONAL SHAPE MEASURING APPARATUS

Patent Number: JP61290312  
Publication date: 1986-12-20  
Inventor(s): ICHINOSE TOSHIAKI; others: 02  
Applicant(s): HITACHI LTD  
Requested Patent: JP61290312  
Application Number: JP19850131759 19850619  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01B15/04; H01J37/28  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To measure the range and the sectional shape of a pattern at a high speed and a high accuracy, by extracting a parameter of a pattern shape from the signal waveform of a scan electron microscope (SEM) to select the optimum template waveform.

**CONSTITUTION:** A mechanism 2 for varying the inclination of a sample base is used to determine two SEM signal waveforms different in the irradiation angle of electron beam and first, rough edge positions of the waveforms are detected with detector sections 8 and 9. Based on the edge positions, a parameter computing section 10 composed of a computer determines a rough height of a pattern edge and the angle of inclination of a slope. Then, based on the height and the angle of inclination, acceleration voltage, beam diameter, pattern material and the like, a template computing section 11 determines the optimum template waveform near the edge to be stored into memories 12 and 13 as the model waveform. The waveform detected is compared with the model waveform by matching sections 14 and 15 to detect a highly accurate edge position and a shape computing section 16 determines the range and sectional shape of a pattern at a high speed and at a high accuracy.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-290312

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 昭和61年(1986)12月20日

G 01 B 15/04  
H 01 J 37/288304-2F  
7129-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 断面形状測定装置

⑰特 願 昭60-131759

⑱出 願 昭60(1985)6月19日

⑲発明者 一ノ瀬 敏彰 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
⑲発明者 二宮 隆典 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
⑲発明者 中川 泰夫 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
⑲出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

1 発明の名称 断面形状測定装置

2 特許請求の範囲

1 試料と電子線のなす角度を変える手段と、試料に照射する電子ビームを走査した時に発生する電子を検出する手段と、前記検出信号をデジタル化してこれを記憶する手段と、変換した信号を記憶する手段と、信号波形からパターン形状の特徴量を抽出する手段と、その特徴量とあらかじめ与えたパラメータにより理想波形を求める手段と、前記信号波形と理想波形の一致度を検出する手段を有する断面形状測定装置。

3 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、半導体素子等に描かれる微細パターンの断面形状を、走査電子顕微鏡(以下SEMと略す)を用いて非破壊で計測する断面形状測定装置に関するものである。

〔発明の背景〕

従来は、半導体ウェハのパターン幅を2次元に測定することによって製造プロセス状態の管理を行なっていた。しかし、パターンの微細化に伴ない単に平面的な寸法管理だけでなく立体的な形状管理が要求されている。一方、このような微細なパターンの観察にはSEMの2次電子像が使われている。

従来よりSEMを用いてパターンの断面形状を測定する方法としては、電子ビームの照射角度を変えて得たそれぞれの2次元のパターン像あるいは1次元に走査したときのSEM検出信号波形をCRTの画面上に表示し、上記パターン像あるいは波形と重ね合わせて電氣的に表示したカーソル位置を、人間が目視によってポテンシオメータ等を用いてパターンエッジ位置に合わせ、ポテンシオメータの指示値より対応するパターンエッジ位置をそれぞれのパターン像から求め、それぞれのパターン像間のエッジ位置ずれ量よりパターンエッジ高さを測定していた。しかし、このような方法では、人間が目視でカーソルを合わせるので個人差にもとづく誤差が生じやす

いという欠点があった。そのため、エッジ位置の検出法として、特開昭59-190610号公報に示すように、テンプレート波形を用いてパターンエッジ位置を求めていた。しかし、SEM信号波形はパターン形状に依存しており、考えられるすべての形状に対してテンプレートを用意し、これらすべてのテンプレートを波形にあてはめて最適なものを選ぶ必要があったため、処理時間がきわめて長くなってしまいう問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、SEM信号波形よりパターン形状のパラメータを抽出し、最適なテンプレート波形を選択することによって、高速で高精度なパターン幅やパターンの断面形状を計測する装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、電子線の照射角度の異なる2つのSEM信号波形より、まず大まかなエッジ位置を検出し、このエッジ位置をもとにパターンエ

ッジ位置の極大位置または極小位置を検出し、その位置をエッジ位置とする。エッジ位置の検出は、適当なしきい値と波形の交点をエッジ位置としてもよい。エッジ位置が検出されたならば、計算機等で構成される10によりパターンエッジの高さおよびエッジ部分の傾斜角を求める。高さ $h$ および傾斜角 $\alpha$ は、第2図に示す $L$ 、 $l$ 、 $\theta_0$ を使って次式により求める。

$$h = \frac{L}{\sin \theta_0} - \frac{l}{\tan \theta_0} \quad \dots (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{h}{l} \right) \quad \dots (2)$$

実際の $L$ 、 $l$ の寸法は、画素数を求め、サンプルクロックの長さに相当する数値を乗することによって得る。

次に、高さ $h$ と傾斜角 $\alpha$ 、加速電圧、ビーム径、パターンの材質などをもとに、試料台の傾き $\theta = 0$ と $\theta_0$ のエッジ部分のモデル波形を計算機等で構成される11で求める。このモデルとしては、たとえば特開昭59-190610号公報に示すものがある。パターンの形状の種類

の大きな高さや傾斜角を求め、次にこの高さや傾斜角をもとにエッジ近傍の最適なテンプレート波形を求めて、より高精度なエッジ位置検出をし、パターン幅やパターンの断面形状を高速で高精度に求めるものである。

#### 〔発明の実施例〕

本発明の一実施例を以下に示す。第1図は、本実施例の全体構成図である。1はSEMであり、試料台の傾きを変える機構2を有することにより試料に対する電子ビームの照射角度を変えることができる。試料台は固定で、電気的にビームの照射角度を変えてもよい。試料より発生した電子は検出器3で検出され4に表示される。また検出信号はAD変換器等で構成されたSEM信号入力部5で入力する。AD変換のタイミングは1より得られる偏向信号をもとに得る。AD変換された信号は、試料台の傾き角 $\theta = 0$ と $\theta = \theta_0$ に応じてそれぞれ6、7のメモリに格納される。次に波形の大まかなエッジ位置を8、9で検出する。エッジ位置の検出には、

が限定されているならば、11をメモリ等で構成しておき、あらかじめモデル波形を求めて格納しておいてもよい。

求めたモデル波形はそれぞれテンプレート用メモリ12、13に格納され、14、15のマッピング部で検出波形とのマッピングをとり、もつともテンプレート波形と検出波形が一致した位置をエッジ位置とする。エッジ位置が得られたならば、16の形状演算部でエッジ高さやパターン幅等を計算し、19に結果を表示する。

次に、エッジ検出部8（または9）の具体構成例を第3図に示す。これは、波形の極大位置または極小位置を検出するものである。メモリ6から順次読み出されたデータはシフトレジスタ301に送られる。302はエッジ検出オペレータの係数を格納するメモリである。301と302のそれぞれの要素は303で乗算され、304で加え合わせられる。304の出力は、2値化回路306で適当なしきい値 $T_1$ 以上となる値を1とする2値化をされ、307の極大位

位置検出回路により306の出力の1の始まる位置 $X_1$ と終了する位置 $X_2$ の間で304の出力が最大となる位置を検出する。一方、2値化回路310で適当なしきい値 $T_1$ 以下となる値を1とする2値化をし、311の極小位置検出回路により310の出力の1の始まる位置 $X_3$ と終了する位置 $X_4$ の間で304の出力が最小となる位置を検出する。エッジ検出オペレータの例としては、たとえば $m=5$ として

$$A(1) = A(2) = A(4) = A(5) = -1$$

$$A(3) = 4$$

などとする。ここでは、エッジ検出部をハードウェアで構成したが、計算機のソフトウェアで構成してもよい。

第4図に、マッチング部14(または15)の具体構成例を示す。メモリ6から順次読み出されたデータはシフトレジスタ401に送られる。401とモデル波形12の各要素の差の大きさを402で求め、403で加え合わせる。そして、404の最小値検出回路により403

の最小位置を検出する。

#### [ 発明の効果 ]

本発明によれば、1回の測定によりパターンエッジ検出用の最適なテンプレートを求められるため、高速に精密なエッジ位置検出ができる。これにより、高精度な寸法測長および断面形状計測が可能になる。

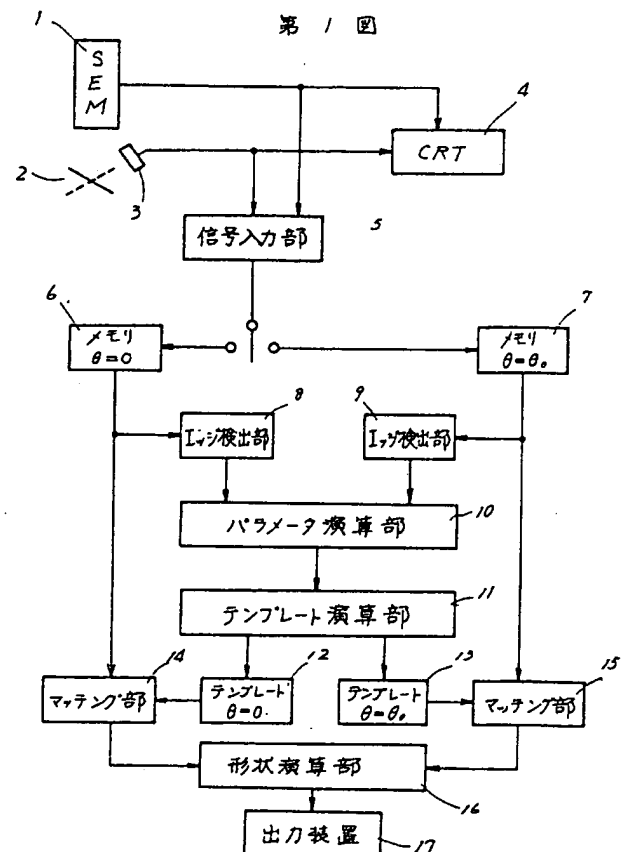
#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の全体構成図、第2図はパターンエッジ高さの検出原理図、第3図はエッジ検出部の具体構成図、第4図はマッチング部の具体構成図である。

1…走査電子顕微鏡、2…試料台、3…検出器、4…CRT、5…信号入力部、6, 7…メモリ、8, 9…エッジ検出部、10…パラメータ演算部、11…テンプレート演算部、12, 13…テンプレート用メモリ、14, 15…マッチング部、16…形状演算部、17…出力装置

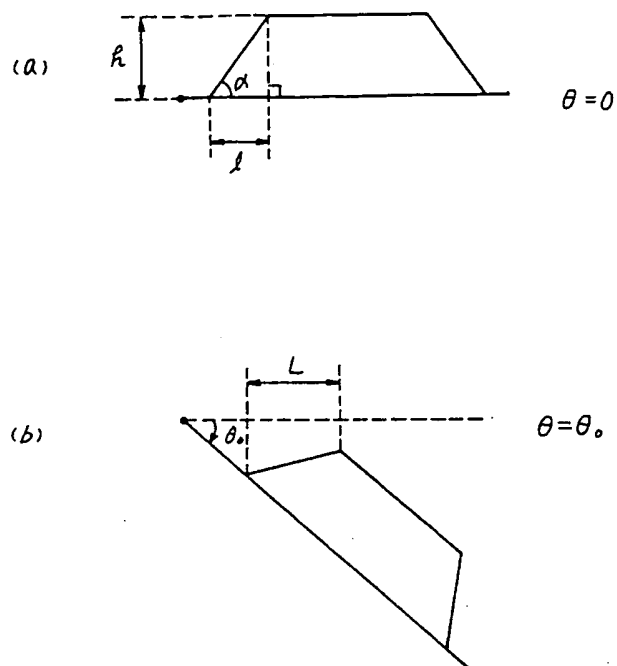
301…シフトレジスタ、302…エッジ検

出オペレータ用メモリ、303…乗算回路、304…加算回路、305, 309…しきい値、306, 310…2値化回路、307, 311…エッジ位置検出回路、401…シフトレジスタ、402…差検出回路、403…加算回路、404…最小位置検出回路。

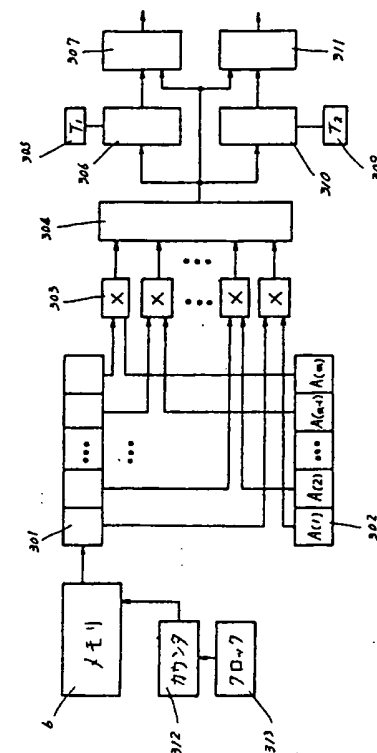


代理人弁理士 小川 勝 男

第 2 図



第 3 図



第 4 図

